

미역과 다시마를 주원료로 한 묵 제조 1. 미역, 다시마묵의 최적 조건과 그 물성에 관하여

정용현 · 김건배 · 최선남 · 강영주*[†]

군산대학교 수산가공학과

*제주대학교 식품공학과

Preparation of Mook with Sea Mustard and Sea Tangle 1. The Optimum Conditions of Sea Mustard and Sea Tangle Mooks

Yong-Hyun Jung, Geon-Bae Kim, Sun-Nam Choe and Yeung-Joo Kang*[†]

Dept. of Sea Food Science and Technology, Kunsan National University, Kunsan 573-400, Korea

* Dept. of Food Science and Technology, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

Abstract

To investigate the optimum conditions of seaweed Mooks prepared with sea mustard (*Undaria pinnatifida*) and sea tangle (*Laminaria japonica*), pH, viscosity, yield and jelly strength were studied on the sol and/or gel (Mook) made from homogenized seaweeds. Solubilization conditions of homogenized seaweeds were heating at 65°C for one hour after mixing homogenized seaweed with 1% K₂HPO₄ by 1:1 (v/v). Gelation conditions were 24hrs by natural permeation of Ca⁺⁺ into the sol in three times (v/v) of 1% CaCl₂ solution to solubilized seaweed passed through 60mesh of sieve. There are generally no relationship between viscosity of solubilized seaweed and jelly strength of Mook produced by gelation of the sol in CaCl₂ solution. Jelly strength of sea mustard Mook was more than 500g/cm², and yield was 87.5% of the solubilized and filtrated seaweed. Jelly strength and specific gravity of sea tangle Mook were higher those of sea mustard Mook, while its yield was lower than that of sea mustard Mook.

Key words : sea mustard, sea tangle, seaweed Mook

서 론

해조류는 오래 전부터 우리나라를 비롯한 극동지역에서 식용화 되고 있다. 최근 소득수준의 향상과 식생활 형태가 서구화되어 감에 따라 동물성단백질과 지방의 섭취가 급증하여 비만, 당뇨, 담석 등의 대사성 질환과 변비 그리고 장암 등의 질환이 급증하고 있는 실정이며, 이는 급격한 식생활의 변화가 주원인이라 할 수 있다

이와같은 변화에 대응하여 우리의 건강을 위해서는 전통적인 식습성인 고탄수화물, 즉 고식이성 섬유^{1,2)}의 식생활에 대한 가치를 재인식하여야 하며, 그 중 특히 해조류의 가치는 이와같은 의미에서 중요하다 할 수

있고, 또한 해조류에는 육지와 다른 바다라는 특수환경에서 만들어진 여러가지 생리활성물질들이 함유되어 있다.

해조류에는 보호소인 vitamin, 무기질 등³⁻⁵⁾이 균형 있게 분포되어 있어서 대사작용을 개선하며 저칼로리의 다당류는식이섬유로서 정장작용과 해로운 물질의 제거⁶⁾ 및 중금속과 결합으로 체내에 축적되는 것을 방지⁷⁾하는 효과가 있으며, 무기질, 점질다당류 및 각 해조의 저분자 생리활성물질은 혈압과 cholesterol치의 정상화⁸⁾, 암의 예방⁹⁾, 저항력 부여 등의 작용을 갖고 있어 상식하면 지속적이고 완만한 효과를 기대할 수 있어서 건강식품으로서는 좋은 조건을 갖추고 있다.

그러나 현재 이들 해조류의 가공품은 건제품, 열장품 등 대부분 일차가공품으로 천연성을 갖추고 있어 건강식 또는 기호식품으로는 적합하나 간편성, 맛, 향

[†]To whom all correspondence should be addressed

및 다양성에 있어서는 개선해야할 점이 적지 않은 것으로 생각된다. 이런 점을 고려한 최근 우리나라의 갈조류가공에 관한 연구문헌은 김과 김^{10,11)}의 미역김의 제조와 이화학적 특성에 대한 연구와 이 등¹²⁾의 미역분말주스를 가공하여 화학적 조성 및 색소안정성에 관한 연구가 있었고 차 등¹³⁾은 미역의 가공적성을 높일 목적으로 미역젤을 제조한 결과, 딸기젤과 유사한 점도를 가졌으며 유동특성인 항복력을 가지면서 의가소성형인 혼합형으로 간주되었다고 보고한 연구 등이 있다. 갈조류의 주요성분으로 존재하는 다당류인 알긴산은 고분자 colloid로써 Ca^{++} 과 같은 2가 양이온과 결합하여 강한 겔을 형성하므로써 해조조직의 강도와 굴절성 등에 기여하고 있다¹⁴⁾. 따라서 갈조류의 용도를 다양화하며 전통식품 중의 하나인 묵 원료로의 이용을 목적으로 미역과 다시마를 주원료로 하여 알칼리를 가지고 용해시켜 알긴산 뿐만아니라 해조에 들어있는 각종성분이 포함되는 졸을 만들고 Ca^{++} 로 겔화한 묵을 제조하기 위한 최적 조건과 그에 따른 점도, 젤리강도 등을 측정된 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

완도산 전미역 (*Undaria pinnatifida*)과 진다시마 (*Laminaria japonica*)를 4 시간 동안 수돗물에 침지, 수화한 후 나일론 망 위에서 1시간 정도 물을 빼고 시료로 사용하였다.

미역, 다시마묵 제조

수화한 조체를 chopper(동아기계공업사 No 42)에 2번 통과시킨 후 다시 homo-mixer(Tokyo Nihon Seisakusho Co., Japan) 안에 넣고 미세하게 마쇄한 용액에 물을 첨가하여 930cp로 조정하였다. 다음 알칼리용액을 혼합함과 아울러 항온수조상에서 교반과 가열로 조체를 용해하여 졸을 만들었다. 그 졸에 대해 $CaCl_2$ 용액으로 24 시간 동안 침지, 겔화 하는 공정은 Fig. 1과 같다. 조체용해시 알칼리 또는 알카리성 염류의 종류, 농도, 처리온도차에 따른 조체용해액의 물성차 등을 pH, 점도, 겔 형성 후 젤리강도 등을 측정하여 최적 조건을 검토하였다. 한편 묵제조는 용해한 조체액 300ml를 세공을 많이 뚫어 놓은 polyethylene box (160×100×25mm) 안에 1% $CaCl_2$ 용액에 적신 여포(60mesh)를 깔고 그 위에 용해한 조체액을 부어 다시 그위에 여분의 여포를 덮어 놓고, $CaCl_2$ 용액에 침지하여 Ca^{++} 의

자연침투로 묵을 형성하게 하였다.

조체 용해액의 점도측정

VT-04 고점도용 Viscotester(Rion Co LTD, Japan)를 사용하여 알칼리 첨가 전후의 용액에 대하여 20°C에서 측정하였다.

묵(겔)의 젤리강도 측정

J. S. 측정기(日寒水式 日本大産産業株)로 1cm² 당 반는 내압 최대 하중량을 측정하여 젤리강도로 하였다.

겔화 시간에 따른 Ca^{++} 의 침투길이 측정

단면적 9.6cm²의 메스실린더를 통해 용해한 조체용액 50ml를 넣고 조체량의 3배량(v/v)인 1% $CaCl_2$ 용액 150ml를 물분무기에 넣고 조체용액 상부에 분무하여 조체표면을 겔화한 다음 나머지를 메스실린더 내면을 따라 천천히 부어 Ca^{++} 자연 침투에 의하여 벽면이 갈색에서 회색으로 변하는 지점의 길이를 시간에 따라 측정했다.

묵(겔)의 수율

여과된 조체용해액 일정량에 1% $CaCl_2$ 용액으로 겔화한 묵의 무게를 용해액의 무게에 대한 백분율로 나타냈다.

묵의 비중

묵의 무게에 대한 묵의 부피를 측정하여 그 비중 값

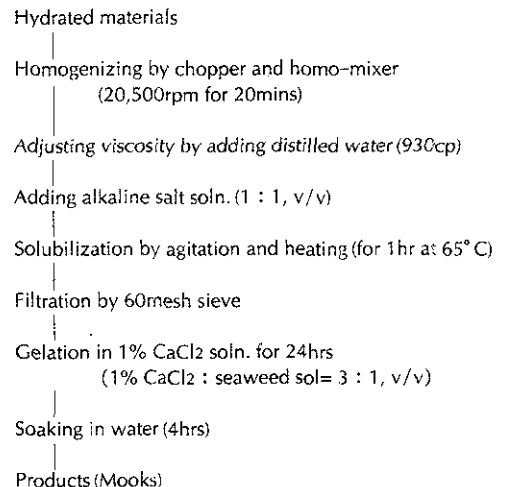


Fig. 1. General procedure for solubilization and gelation of seaweeds.

으로 하되 목의 부피측정은 100ml메스실린더에 25ml 졸로부터 만들어진 겔을 넣고 물을 부어 100ml 눈금까지 채워 부피를 측정하였다.

결과 및 고찰

용해제

적절한 용해 조건을 찾기 위해 미역마쇄액에 여러종류의 1% 알칼리성용액으로 처리하여 그 조제용해능을 시험한 결과는 Table 1과 같다.

용해된 조제액의 pH는 K_2HPO_4 에 의한 것이 7.40으로 가장 낮았으며 NaOH에 의한 것은 11.94로 가장 높았다. 점도는 Na_2SO_3 와 $NaHCO_3$ 에 의한 것이 가장 높아서 380 cp였고 NaOH에 의한 것은 42cp로 가장 낮았다. 그러나 이들 조제용해액을 Ca^{++} 에 의하여 겔화한 목의 젤리강도는 조제용해액의 점도와는 일정한 상관관계없이 K_2HPO_4 에 의한 것이 가장 높은 $500g/cm^2$ 였다.

갈조류는 알긴산, 헤미셀룰로오스 등으로 세포벽 및 세포간 물질로 되어 있어서 알칼리에 의해 용해되어 조제가 붕괴될 수 있으나 알칼리 종류 및 농도에 따라 달라질 수 있다. NaOH를 사용한 조제용해는 특히 다른 것에 비해 점도 42cp, 젤리강도 $190g/cm^2$ 으로 낮았는데 이는 알긴산이 강알칼리에 의하여 해중합이 일어난 결과로 생각된다¹⁵⁾. K_2HPO_4 처리로 용해한 액의 젤리강도가 $500g/cm^2$ 로 다른 알칼리에 비해 큰 값을 나타내어 $CaCl_2$ 에 의하여 겔화가 잘 일어나는 것으로 나타났다. Na_2SO_3 와 $NaHCO_3$ 용액에 의하여 만들어진 조제용해액의 점도는 380cp로 가장 높았으나 겔화 후 젤리강도는 $100g/cm^2$ 이하로 감소되는 이유는 SO_3^{2-} 및 HCO_3^- 에 따른 겔화지연 또는 방해 등으로 생각할 수 있으나 앞으로 좀 더 깊은 연구가 필요하다. 결과적으로 K_2HPO_4 는 인산염이고 연제품 등의 탄력 보강제, 착염형성제¹⁶⁾ 등의 식품첨가물로 이용되고 있어 식품에 잔존하더라도 안정성 면에서 우수하다. 따라서 해조류 제조용 조제용해제로는 K_2HPO_4 용액이 적당한 것으로 생각된다.

수율

마쇄한 조제를 가지고 처리하지 않은 것과 $65^\circ C$ 에서 1% K_2HPO_4 를 처리하여 용해된 조제용해액을 겔화한 목의 수율 및 젤리강도를 측정한 결과는 Table 2와 같다.

처리한 것과 처리하지 않은 똑같은 무게의 졸을 가지고 만들어진 겔수율은 87.5%로 같았으나 젤리강도는 처리하지 않은 시료에서 $100g/cm^2$ 이하로 낮았고 처리한 시료는 $500g/cm^2$ 로 큰 차이를 보여 이는 알긴산이 충분히 용해되면 알긴산 이외의 조제 중에 다른 성분이 존재하여도 강한 겔을 형성할 수 있으며 용해제를 사용하지 않고는 겔화에 의한 목제조는 곤란한 것으로 나타났다.

K_2HPO_4 의 최적농도

마쇄한 조체에 여러가지 농도의 K_2HPO_4 를 첨가하여 용해된 조제액(졸)에 대한 pH, 점도와 이 조제용해액을 Ca^{++} 에 의해 겔화된 목의 수율 및 젤리강도는 Table 3와 같다.

용해된 조제액의 pH는 6.92~7.58로 각기 약알칼리 또는 약산성을 띠고 있었으며 점도는 110~175cp로서 알칼리 처리로 처리전 마쇄된 조제액의 조정된 점도 930cp인 것에 비하여 알긴산을 용해하였는데도 점도가 떨어지는 것은 알긴산의 용해가 증가하여 입자미세화와 차 등¹³⁾의 보고와 같이 K_2HPO_4 용액의 첨가로 인한 희석효과가 점도에 영향을 미친 때문으로 생각된다.

또한 K_2HPO_4 의 농도가 0.1%로부터 1.0%까지 증가함에 따라 점도가 증가했으나 그 이상에서는 감소하였

Table 2. Effects of heating and adding K_2HPO_4 Jelly strength and yield of sea mustard gel

	Gelation yield ¹⁾ (w/w, %)	Jelly strength of gel ¹⁾ (g/cm ²)
$65^\circ C$, 1hr, 1% K_2HPO_4 (Sol : Soln ; 1 : 1, v/v)	87.5	500
Homogenized sol only	87.5	<100

¹⁾After gelation for 24hrs in 1% $CaCl_2$

Table 1. Effects on the solubilization of homogenized sea mustard treating with various alkaline substances (1%)

	NaOH	Na_2SO_3	Na_2CO_3	$NaHCO_3$	Na_2HPO_4	K_2HPO_4
pH of sol ¹⁾	11.94	8.03	10.03	7.80	7.51	7.40
Viscosity of sol (cp) ¹⁾	42	380	160	380	185	175
Jelly strength of gel (g/cm ²) ²⁾	190	<100	340	<100	450	500

¹⁾Solubilized seaweed (Heating for 1hr at $65^\circ C$) ²⁾After gelation without filtration of sol

다. 이와같은 결과는 알긴산의 추출 조건에 관한 김과 정¹¹⁾의 보고에서는 0~2.0% Na₂CO₃를 이용한 조제봉피로 알긴산을 추출한 결과 농도에 따라 증가하나 1.5% 이상에서는 추출수율이 낮아진다고 보고한 것과 본 결과와 유사한 경향이며, 또한 양¹²⁾의 알긴산에 관한 연구에서 0.2~0.8% Na₂CO₃의 농도에 따라 증가된 것 과도 본 결과와 유사한 경향이다. 1.0%농도에서 175 cp로 최고 점도를 나타냈으며 점도의 상승폭도 1.0%에서 0.7%에 비해 25cp로서 상승폭이 가장 높았다. 졸에 대한 젤의 수율은 0.7%에서 79.4%로 가장 낮았고, 2.0% K₂HPO₄에서 90.2%로 가장 높았으나 상승폭은 1.0%에서 가장 높았다.

젤리강도는 K₂HPO₄의 농도 0.1~0.7%까지 350g/cm² 이하였으나 1.0%에서 500g/cm²으로 급격히 상승하여 이는 보통 일상생활의 식탁에서 쉽게 접할 수 있는 우무의 젤리강도 500~650g/cm² 및 일반 전분묵의 젤리강도 200~300g/cm²에 상당하는 젤리강도를 나타냈다. 1.5% K₂HPO₄ 농도에서는 젤리강도가 600g/cm², 2.0% 농도에서는 젤리강도가 소폭 증가하여 650g/cm²이었다.

한편 Mateus 등¹³⁾은 *Macrocystis pyrifera*로부터 mannitol과 알긴산의 추출향상을 위한 연구에서 Na₂CO₃

농도를 1~4%까지 증가 시킴에 따라 실온적용과 60°C 가열을 적용했을때 Na₂CO₃의 농도가 높아짐에 따라 알긴산 함량이 현격히 증가함을 보고 하였는데, 본연구에서도 알칼리농도 증가에 따라 젤리강도가 증가폭은 다르나 증가함을 보여주고 있다. 알칼리 농도에 따른 졸의 점도와 젤의 젤리강도와는 1.0%까지는 비례적으로 증가하였으나 1.0% 이상에서는 졸의 점도는 감소, 젤의 젤리강도는 증가하였다. 결과적으로 미역마쇄액을 용해하기위한 적당한 K₂HPO₄ 농도는 1% 정도가 K₂HPO₄ 첨가량을 줄이면서 묵을 만들 수 있는 물성을 가진 조제 용해액을 만드는 데 적당하였다.

1% K₂HPO₄용액의 첨가량

미역마쇄액을 용해하기 위한 1% K₂HPO₄용액의 첨가량이 많아지면 점도가 떨어지고 젤리강도가 감소하므로 최소의 첨가량을 밝히기 위해 조제의 마쇄액에 대한 1% K₂HPO₄용액의 혼합량은 Fig. 2와 같다. 0.1~2.5배까지 혼합한 후 질화한 묵의 젤리강도를 측정 한 결과 1.0배에서 500g/cm²까지 증가하다가 1.2배에서 점점 감소하여 2.5배에서 200g/cm²까지 곡선을 나타냈다. 0.7배까지는 조제를 용해 할 수 있는 알칼리량이 부족한 원인이고 1.2배에서 2.5배까지는 물의 양이 많아져 희석효과에 의하여 젤리강도가 점점 감소한 것으로 생각된다. 동시에 1.0배에서 알긴산-K의 K⁺ 이온이 Ca⁺⁺ 이온과의 포화된 치환량을 보여 가장 높은 젤리강도를 나타낸 것으로 생각된다.

가열시간과 온도

조제의 용해를 위하여 1% K₂HPO₄용액을 첨가한 후 가열시간 및 온도에 따른 결과를 측정 한 것은 Table 4와 같다.

2시간 가열이 1시간 가열에 비해 점도는 5~20cp 정도 높았고 젤리강도는 65°C 가열한 것에서 50g/cm² 정도의 차이를 보여 1시간 가열과 2시간 가열은 큰 의미를 주지 않았다. 양¹²⁾의 알긴산에 관한 연구에서

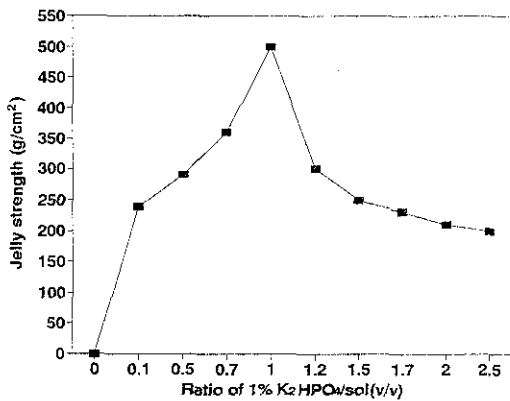


Fig. 2. Changes in the jelly strength of gel depending on mixing ratio of 1% K₂HPO₄ solution for solubilization of homogenized sea mustard.

Table 3. Effects of concentration of K₂HPO₄ solution on gelation and solubilization of homogenized sea mustard

	K ₂ HPO ₄ solution (%)					
	0.1	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0
pH of sol ¹¹⁾	6.92	7.28	7.33	7.40	7.52	7.58
Viscosity of sol (cp) ¹¹⁾	145	148	150	175	134	120
Yield (%) of gel ¹²⁾	83.6	80.4	79.4	87.5	87.8	90.2
Jelly strength of gel ¹²⁾ (g/cm ²)	<100	200	350	500	600	650

¹¹⁾After heating for 1hr at 65°C ¹²⁾After gelation without filtration of sol

Na₂CO₃를 이용한 조제 용액에서 60°C에서 80°C까지는 온도상승에 따라 점도가 증가하였고 80°C 이상에서는 점도가 하강한다고 보고한 것과 같이 본 연구에서 95°C와 65°C가열을 비교하면 95°C가열이 65°C가열보다 점도가 전반적으로 낮은 경향이었으나 젤리강도는 500~550g/cm²로 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 일단 용해된 알긴산은 나머지의 조제에 결합된 알긴산이 용해하는 동안 계속적으로 가수분해되기 때문에 점도가 하강한 원인으로 본다. 따라서 목제품내에 잔류하여 제품변질을 초래할 세균들의 멸균효과를 감안하고, 비타민과 같은 영양소 파괴를 최소화하기 위해 65°C에서의 가열이 조제용해에 바람직한 것으로 생각된다. 또한 수율은 1시간 가열쪽에서 약간 높은 수율을 보였고, 95°C 가열에서 99%로 최고 수율을 보였다. Mateus 등¹⁸⁾의 1% Na₂CO₃를 이용한 8시간 동안 실온적용과 60°C 적용에서의 비교에서 알긴산 함량차이는 65°C 적용에서 2.9%, 실온적용에서 17.3%를 나타냈는데 본 연구의 실온에서 100g/cm²이하였던 것이 65°C적용에서 알긴산의 용해가 추가된 500~550g/cm²의 젤리강도를 나타낸 것은 목제품의 겔화에 있어서 가열한 것에서 Ca⁺⁺이온과 알긴산결합력의 차이, 가열에 의한 알긴산 구조의 변형에서 Ca⁺⁺이온의 이동상황, 원료 조제의 차이, 알칼리종류의 차이 등에서 비롯된 것으로 보여진다.

용해 조제액(졸)의 희석

졸과 겔내에 함유된 수분으로 인한 그 희석된 조제용해액의 점도, 겔화한 목의 젤리강도, 졸에 대한 젤의 수율에 미치는 영향을 알기위해 용해된 조제액에 대하여 증류수로 1.1~2배까지 희석한 후 감소된 전체 감소폭값에 대한 각 감소율의 변화는 Fig. 3과 같다. 용해된 조제에 첨가된 수분함량이 많아질수록 점도, 젤리강도와 수율이 감소하여 상호간 비례관계를 나타냈고, 조제용해액의 희석에 대해 반비례 관계를 나타냈다. 점

도는 희석배수가 1.3배까지의 증가에서 큰 감소를 보이다가 1.4배를 지나 1.5배에서 감소폭이 작아지고, 그 후로부터는 감소율이 더 작아졌다. 젤리강도는 1.1배에서 16%이었던 것이 차츰 감소 폭이 낮아졌다. 또한 수율은 졸내에 수분함량이 많아지는 즉 희석배수가 증가하여도 감소율이 11.1%로 감소폭이 거의 일정하였다. 이는 겔화하는 동안 CaCl₂용액중에 조제에 함유된 수분의 이탈로 보아지며, 점도감소율이 1.4배까지는 조제용해액 자체가 점도에 크게 영향을 미치다가 그 후로부터 조제용해액이 영향을 크게 미치지 않는 것으로 추정한다. 그 수분이탈로 인한 제품크기의 축소 때문에 제품의형을 고려하여 적절한 수분함량이 존재하여야 함을 나타내준다. 1.1배의 희석배율에서 감소율이 가장 높았던 16%이었던 젤리강도가 1.5배의 희석배율에서 점도와 비슷한 감소율 10%정도를 나타냈으며, 그 후의 감소율과 감소율 폭이 비슷한 그래프를 보여 상호간 거의 비례관계를 보였다.

조제용해액의 여과

용해한 졸 상태로 겔화한 목제품은 거친 섬유질과 표

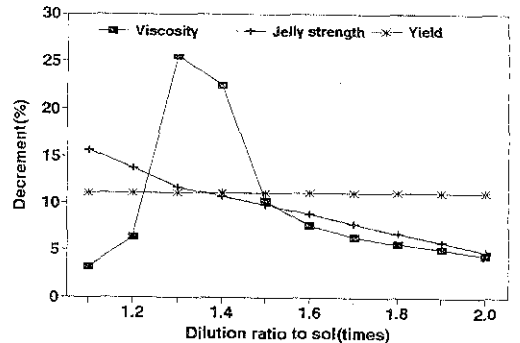


Fig. 3. Changes of decreasing percentage on the viscosity of sol, and jelly strength and yield of gel by dilution of solubilized sea mustard solution.

*Decreasing percentages were calculated by A/B × 100 (A ; each value of decrement, B ; sum of each decrement)

Table 4. Effects of heating temperature and time for solubilization of homogenized sea mustard by 1% K₂H₂PO₄ solution

	Heating for 1hr		Heating for 2hrs	
	65°C	95°C	65°C	95°C
Viscosity of sol (cp)	175	105	180	125
Yield of gel (%) ¹⁾	87.5	99.0	82.4	90.2
Jelly strength of gel (g/cm ²) ¹⁾	500	550	550	550

¹⁾After gelation without filtration of sol

Table 5. Changes of viscosity of sol, jelly strength and yield of gel produced depending on sieve size for filtration of solubilized sea mustard

Mash of sieve	Viscosity ¹⁾ (cp)	Jelly strength ²⁾ (g/cm ²)	Yield ²⁾ (%)	Specific gravity ²⁾
No filt. sieving	175	500	87.5	1.10
35mesh	173	660	89.1	1.19
60mesh	171	800	87.5	1.29
230mesh	168	840	84.7	1.38

¹⁾Filtrating sol ²⁾After gelation with filtrating sol

중세포물질들로 인해 좋지 않은 촉감을 주므로 여과하여 이들을 제거할 필요가 있다. 따라서 조체용해액을 여러종류의 체를 통해 여과하여 점도, 용해액에 대한 겔의 수율, 젤리강도 및 비중을 측정된 결과는 Table 5와 같다.

여과를 하는 중 용해액 중의 미역의 표층 세포들, 거친 섬유질 등으로 보이는 물질이 체위에 많이 걸러진 여액일수록 점도는 낮고 젤리강도와 비중도 높았는데 표층 세포와 거친 섬유질 등으로 보이는 물질이 여액에 비해 수분함량이 적어 점도는 높고, 그들이 많이 걸러진 여액일수록 알긴산이 조체내에 많아지므로 그의 보수성으로 인한 젤리강도가 높아진 것으로 생각되며, 많은 양의 용해액을 여과할 때 진공압을 이용함으로써 진공압과 그에 따른 여과용액 상태와 알긴산의 점성으로 인한 자연여과의 난점을 고려하여 60mesh체가 적절하였으며, 조체용해액에 대한 겔의 강도에 있어서 미역묵 60mesh체를 통한 여액에서 800g/cm²의 젤리강도와 비교적 높은 수율인 87.5%를 나타내어 알긴산 분자들 사이의 결합력이 강함을 보였다.

Ca⁺⁺ 침투길이

겔화가 완성되는 시간 및 겔화용기의 두께를 알기 위해 용해된 미역용해액에 대한 1% CaCl₂의 침지시간에 따른 Ca⁺⁺의 조체 용해액내에 침투한 길이를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다.

조체용해액의 1% CaCl₂용액과 접하는 단면적 9.6cm²에 1% CaCl₂용액 3배량을 침지해 Ca⁺⁺의 조체 용해액내에 침투길이를 측정된 결과 약 30분 동안에 2.5mm 정도로 급속히 침투하고 그 후로 1.2, 0.8, 0.6, 0.

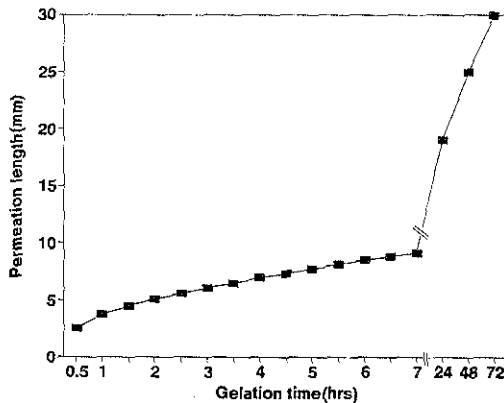


Fig. 4. Permeation length of Ca⁺⁺ over the gelation time. Cross section area of sol being in contact with 1% CaCl₂ solution : 9.6cm².

5mm씩 증가폭이 감소하였다. 24시간이 지난 후에는 19mm, 48시간 후에는 25mm를 나타냈으나 실제 겔 중심부는 회색부분이 시야에 보이지 않았지만 메스실린더로부터 겔을 분리했을 때 10mm정도 더 깊은 침투 길이를 나타냈는데 이는 메스실린더 면을 따라 Ca⁺⁺ 이온이 침투하는 것만이 아닌 주위로 확산침투되는 원인에서 비롯된 것으로 생각한다. 이는 조체 용해액을 겔화시켜 묵제품을 만들때 묵 두께 설정 및 묵성형 용기설계에 있어서 기초 자료를 제공해 준다. Sato²⁰⁾는 0.1% Na-alginate에 대한 겔화를 Ca-acetate를 적용했는데 Ca-acetate 농도가 높을수록 0.5~3% 범위내에서 더 높은 젤리강도를 나타냈고 1% Ca-acetate에서 겔에 대한 침지시간이 10분이내에 급속히 증가했으며 그후에 증가율이 낮았다고 보고한 것과는 상당히 큰 차이를 나타냈는데 겔화에 있어 조체용해액과 알긴산의 차이, M/G비율, Ca⁺⁺용고체계와 pH에 의한 용고체계의 차이에서 비롯된 것으로 추정된다. 두께가 큰 제품묵을 만들때는 Ca⁺⁺의 침투할 수 있는 단면적을 넓히기 위해 여포 등을 이용하는 것이 좋은 방법으로 생각되었다. 따라서 본 실험에 사용된 PE box에서 묵성형을 위해서는 24시간 정도가 적당하였다.

CaCl₂의 농도 및 첨가량

조체용해액에 대한 CaCl₂용액의 각 농도에 따른 겔화한 묵의 젤리강도는 Fig. 5와 같다.

0.1% CaCl₂용액내에서 젤리강도는 530g/cm²이었던 것이 CaCl₂ 농도가 높아짐에 따라 젤리강도도 증가하였는데 1.0%농도에서 800g/cm²으로 젤리강도 상승폭이 컸으며 시판우무의 젤리강도 550~650g/cm² 보다 높은 젤리강도를 가지고 있으며, 겔화하기 위한 염의 농도

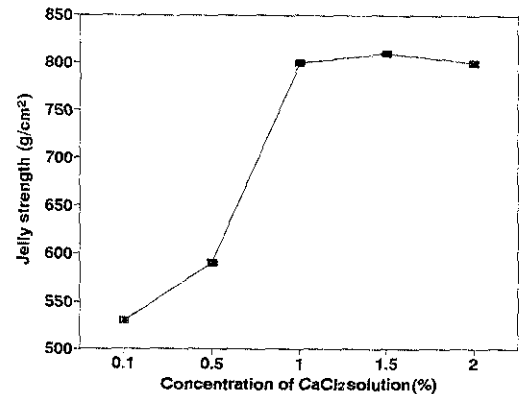


Fig. 5. Jelly strength of sea mustard over different concentration of CaCl₂ solution.

Table 6. Quality of sea tangle Mook

Mash of sieve (cp)	Viscosity ¹⁾	Jelly strength of gel (g/cm ²) ²⁾	Yield of gel (%) ²⁾	Specific gravity of gel ²⁾
60mesh	4700	880	78.5	1.31

¹⁾Filtrating sol ²⁾After gelation with filtrating sol

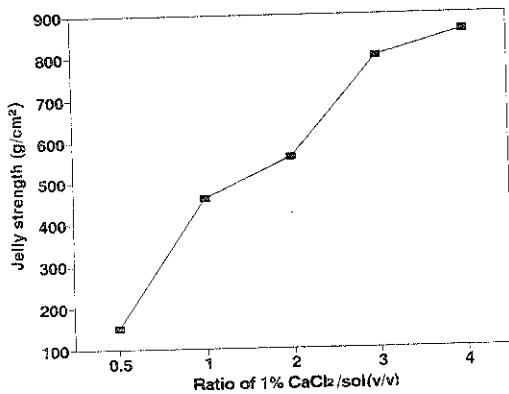


Fig. 6. Variations of jelly strength from ratio of 1% CaCl₂ solution (v/v) to solubilized sea mustard (sol).

가 1% 이상으로 높으면 염이 겔 내부에 많이 잔존하므로 쓴맛이 생기기 쉬우므로¹⁹⁾ 되도록 낮은 농도를 고려하여 1%가 적절한 농도로 나타났다. 조체용해액의 적절한 겔화를 위한 1% CaCl₂용액 첨가량을 설정하기 위해 용해된 조체에 대한 1% CaCl₂의 비율로부터 겔리강도의 변화를 나타낸 것은 Fig. 6과 같다. 0.5배에서 150g/cm²이었던 것이 2배 농도에서 560g/cm²으로 상승하였고 3배량에서 800g/cm²로 그래프의 굴곡점을 이루어 4배량에서 860g/cm²로 나타났는데 최소의 응고액량을 가지고 최대의 겔리강도 효과를 고려하여 3배량이 적당한 것으로 생각되었다.

다시마묵의 제조

미역에서 얻어진 묵제조 조건을 이용하여 성분조성상 미역과 유사한 갈조류인 다시마를 가지고 묵을 제조한 결과는 Table 6과 같다.

다시마용해액의 미역에 비해 점도는 4700cp로 높았고, 그로부터 만들어진 묵의 겔리강도는 80g/cm²이 높았다. 미역재료에 비해 알긴산 함량이 많을 것으로 알려진 다시마 재료로부터 얻어진 묵은 수율 78.5%로 미역에서 얻어진 수율 87.5% 보다 낮았으나 비중은 1.31로 높았다. 다시마묵은 미역에 비해 조체 중에 상대적 알긴산함량이 많고, 섬유질, 무기질, 비타민류 등이 적어 알긴산 분자와 분자 사이의 강한 결합으로 용해액 중의 물분자가 겔 밖으로 유출되어 수율이 낮아지고 비중이 높아진 것으로 추정한다. 결론적으로 조

체마쇄액에 알칼리용액을 처리하여 용해한 것과 조체용해액의 회석율을 높인 것은 점도가 낮고 겔리강도도 낮아졌는데 이는 조체액에 함유된 물에 의해 그의 점성을 감소시켰으며, 겔화의 주기작이 조체액 중의 알긴산과 칼슘이온에 의한 망상구조를 이루어 묵을 형성한다. 그러나 조체액 중의 물의 함량이 많을수록 그의 망상구조상의 알긴산 보수성으로 인한 알긴산-Ca 망상 구조간의 결합된 힘을 약화시킨 것이 겔리강도의 감소로 나타내고 있었다. 또한 조체용해액 중의 수분 함량이 많고 적음에 관계없이 겔화를 하는데 겔내부에 알긴산의 보수성으로 인한²¹⁾ 이외의 물분자는 겔화하는 과정 중에 겔 밖으로 유출되어 수율을 적게했다. 그러나 다시마조체용해액의 점도가 4700cp로 미역용해액의 11배 이상의 점도를 가짐에도 불구하고 다시마묵은 미역에 비해 겔리강도의 상승폭이 적었다. 이런 결과는 다시마조체 중에 알긴산함량이 미역에 비해 많다고 알려졌는데 그 이유는 그의 보수성으로 인한 높은 겔리강도와 더불어 수율이 미역묵에 비해 9%나 적게 나타났으며, 그의 묵조직이 망상구조를 이룬 알긴산분자들 사이가 가까워 조직이 치밀하고 그런 까닭에 비중이 1.31로 미역묵보다 높아서 묵을 물속에 침지할 때 더 깊게 잠기는 현상을 나타내었다.

요 약

미역과 다시마를 원료로 한 해조묵제조를 위한 최적 제조조건을 찾기 위하여 해조마쇄액의 용해 및 CaCl₂에 의한 겔화조건 등에 대하여 용해액의 점도 및 겔화한 묵의 겔리강도 (jelly strength) 등을 기준으로 연구된 결과는 다음과 같다. 조체용해의 최적조건은 마쇄조체액에 1% K₂HPO₄용액을 1 : 1 (v/v)로 혼합하여 65°C, 1시간 가열이 적당하였다. 겔화시간은 60mesh로 여과한 조체용해액을 3배량 (v/v)의 1% CaCl₂용액에 담가 Ca⁺⁺이 24시간 동안 자연침투되도록 겔화하는 것이 적당하였다. 용해 조체액의 점도와 겔화된 묵의 겔리강도와와의 사이에는 비례관계가 성립되지 않았다. 이때 미역묵의 겔리강도는 500g/cm² 이상이였으며, 수율은 조체용해여과액의 87.5%였다. 다시마묵은 미역묵에 비해 겔리강도 및 비중은 높았으나 수율은 낮았다.

문헌

1. 김선희, 박희연, 박원기 : 해조가공품의 dietary fiber 함량과 물리적 특성. 한국영양식량학회지, 17, 320 (1988)
2. 최진호, 임재환, 김재연, 양중순, 최재수, 변대석 : 비만치료식 개발을 위한 기초연구 1. 식물섬유로서의 알긴산의 비만억제효과. 한국수산학회지, 19, 303 (1986)
3. 이종우, 성락주 : 해조류의 무기성분. 한국영양식량학회지, 9, 51 (1980)
4. 강영주, 송대진 : 갈조류의 성분조성에 대한 연구. 제주대학교논문집, 9, 147 (1977)
5. 吉村彩子, 大石圭一 : 昆布薬體の無機成分の分布. 日本水産學會誌, 39, 317 (1973)
6. 한재급, 고진복 : 미역 첨가급식이 흰쥐의 간 및 혈청의 지질농도에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 15, 17 (1986)
7. Nilson, H. W. and Wagner, J. A. : Feeding tests with some algin products. *P.S.E.B.M.*, 76, 630 (1951)
8. Noda, H., Amano, H., Arashima, K., Hashimoto, S. and Nisizawa, K. : Studies on the antitumor activity of marine algae. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 1259 (1989)
9. Ryu, B. H., Kim, D. S., Cho, K. J. and Sim, D. B. : Antitumor activity of sea weeds toward sarcoma-180. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 595 (1989)
10. 김길환, 김창식 : 미역김의 제조와 이화학적 특성에 관한 연구, 제 1 보, 미역김 조직 화학적 특성. 한국식품과학회지, 14, 336 (1982)
11. 김길환, 김창식 : 미역김의 제조와 이화학적 특성에 관한 연구, 제 2 보 미역의 조성. 한국식품과학회지, 15, 277 (1983)
12. 이용호, 차용준, 김정균, 권철성 : 해조류의 가공 및 이용에 관한 연구, 1. 미역분말주스 제조. 한국영양식량학회지, 12, 382 (1983)
13. 차용준, 이용호, 박두천 : 해조류의 가공 및 이용에 관한 연구 -미역젼의 제조에 관한 연구-. 한국수산학회지, 21, 42 (1988)
14. 申淵德一 : 海藻抽出物としてのアルキ"ンと最近の應用について. *New Food Industry*, 22, 24 (1980)
15. 양창일 : 알긴산에 관한 연구, 물리학적 고찰. 제주대학 연구보고, 7, 57 (1975)
16. Fennema, O. R. : *Food Chemistry*. 2nd ed., Marcel Dekker, Inc., New York, p.671 (1985)
17. 김길환, 정종주 : 미역 알긴산의 추출 조건과 그 추출 잔사의 아미노산 조성. 한국식품과학회지, 16, 337 (1984)
18. Mateus, H., Regenstein, J. M. and Baker, R. : Studies to improve the extraction of mannitol and alginic acid from *Macrocystis pyrifera*, A Marine brown alga. *Economic Botany*, 31, 24 (1977)
19. Sime, W. J. : *Alginates -Hand book of water-soluble gums and resins*. McGraw Hill Co., p.177 (1982)
20. Sato, T. : Gel hardness of gel made for alginates. *Hokusuishi Geppo*, 24, 350 (1967)
21. Nelson, W. L. and Leonard, H. : The alginic acid from *Macrocystis pyrifera*. *Cretcher*, 51, 1914 (1929)

(1994년 1월 4일 접수)